

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
15. Juli 2004 (15.07.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/058476 A2(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: B29C 45/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/014715

(22) Internationales Anmeldedatum:  
22. Dezember 2003 (22.12.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102 61 498.9 23. Dezember 2002 (23.12.2002) DE(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): PRIAMUS SYSTEM TECHNOLOGIES AG  
[DE/CH]; Bahnhofstrasse 3, CH-8201 Schaffhausen (CH).

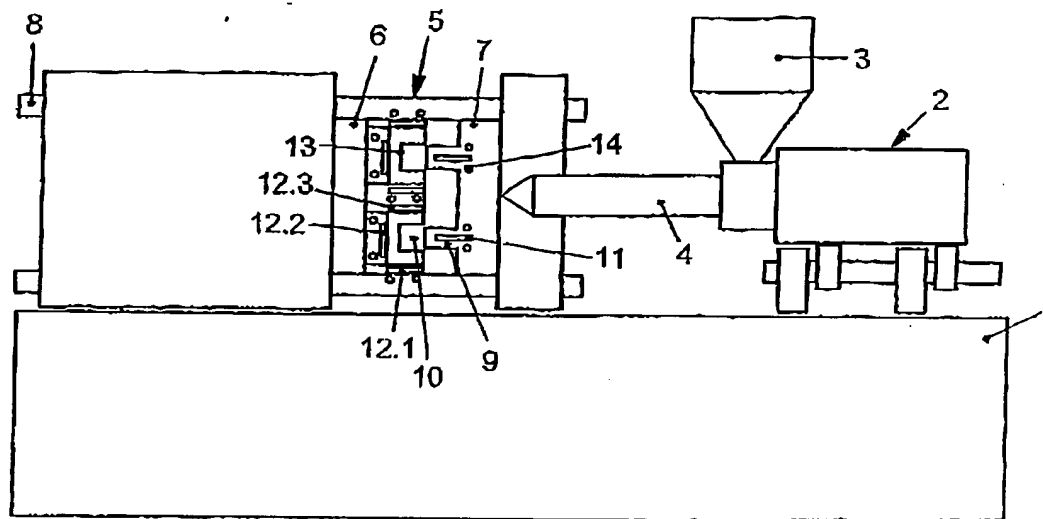
(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BADER, Christo-  
pherus [CH/CH]; Randkstrasse 13A, CH-8413 Neften-  
bach (CH).(74) Anwalt: WEISS, Peter; Zeppelinstrasse 4, 78234 Bingen  
(DE).(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AI, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN,  
CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,  
GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG,  
KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG,  
MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL,  
PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR,  
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO Patent (BW, GH,  
GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SI, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),  
eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,  
TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,  
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL,  
PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG,  
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR CONTROLLING THE PRODUCTION OF INJECTION MOLDED PARTS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM REGELN DER HERSTELLUNG VON SPRITZTEILEN



(57) Abstract: The invention relates to a method for controlling the production of injection molded parts in an injection molding die (5), which comprises a cavity (10) and, optionally, a mold core (9) of an injection molding machine, during which the temperature of the die (5) is controlled. In addition, the cavity (10) and/or the mold core (9) are/is directly heated or cooled.

(57) Zusammenfassung: Bei einem Verfahren zum Regeln der Herstellung von Spritzteilen in einem Spritzwerkzeug (5) mit einer Kavität (10) und gegebenenfalls einem Formkern (9) einer Spritzgießmaschine wird die Temperatur des Werkzeuges (5) geregelt. Ferner werden die Kavität (10) und/oder der Formkern (9) direkt erwärmt oder gekühlt.

WO 2004/058476 A2



11/08/07

JC09 Rec'd PCT/PTO 22 JUN 2005

5

10

**15 Verfahren zum Regeln der Herstellung von Spritzteilen**

20 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Regeln der Herstellung von Spritzteilen in einem Spritzgiesswerkzeug einer Spritzgiessmaschine mit einer Kavität und gegebenenfalls einem Formkern, wobei die Temperatur des Werkzeugs geregelt wird, sowie eine Spritzgiessmaschine hierfür.

**25 Stand der Technik**

Bei bekannten Verfahren zum Füllen eines Formwerkzeuges, z.B. mit thermoplastischen Kunststoffen, wird der Füllvorgang so gesteuert, dass auf eine anfängliche geschwindigkeitsgeführte Phase eine druckgeführte Phase folgt, die bis zum Ende des Füllvorganges andauert. Gegen Ende der

30 geschwindigkeitsgeführten Phase oder im Anfangsbereich der druckgeführten

**BESTÄTIGUNGSKOPIE**

Phase wird die Füllsituation erreicht, bei der der Formhohlraum vollständig mit plastifizierbarer Masse benetzt ist, wobei der Massedruck im Innern des Formhohlraumes noch vergleichsweise gering ist. Daran schliesst sich auf Grund der Weiterführung der Bewegung eines Einspritzkolbens bzw. eines Extruders eine Erhöhung des Werkzeuginnendruckes an, verbunden mit einer Verringerung des spezifischen Volumens bzw. mit einer Erhöhung der Dichte der in dem Formhohlraum befindlichen Formmasse. Das Ausmass der so erreichbaren Verdichtung hängt sowohl von der herrschenden Temperatur als auch von der Höhe des einwirkenden Druckes und den charakteristischen Eigenschaften der Formmasse ab.

Nachdem die Zufuhr von Schmelze zum Formhohlraum gestoppt ist, beginnt die Schmelze im Anguss zu erstarren. Damit wird der Formhohlraum versiegelt, es kann keine weitere Kunststoffschmelze zugeführt werden. Die Temperatur im Formhohlraum sinkt ab, bis die 1-bar Isochore erreicht ist. Nun beginnt das Formteil zu schwinden, bis das Formteil die Raumtemperatur erreicht hat.

Die Schwindung des Formteils ist durch die Druck- und Temperaturverhältnisse sowie insbesondere durch die Viskosität der Schmelze in der Kavität bestimmt. Ein wesentlicher Faktor für die Schwindung des Formteils ist die Temperaturverteilung in der Kavität am Ende der Füllphase (bzw. vom Druck-Maximum) bis zum Ende des Zyklus. Eine unterschiedliche Schwindung von Zyklus zu Zyklus resultiert aus der Schwankung des Temperaturverlaufs sowie aus der Schwankung des Werkzeuginnendruckverlaufs.

Dies gilt sowohl für Einfachwerkzeuge als auch für Mehrfachwerkzeuge. Bei der Herstellung von Spritzgiessteilen aller Art (Kunststoff, Metall, Keramik etc.) werden häufig aus Kostengründen mehrere Teile pro Zyklus gleichzeitig hergestellt (Mehrfachwerkzeug). Hierbei werden die einzelnen Kavitäten normaler Weise bezüglich Geometrie und Anschnittpunkten so weit balanciert, dass eine möglichst gleichmässige Qualität der Spritzteile erzielt wird. In der

WO 2004/058476

PCT/EP2003/014715

Realität ist das Schwindungsverhalten der einzelnen Spritzteile auf Grund von Material, Temperatur- und daraus resultierenden Viskositätsschwankungen jedoch stets unterschiedlich und ändert sich ständig.

- 5 Aus der DE 101 14 228 A ist beispielsweise ein Verfahren zum Vergleichmässigen des Schwindungsverhaltens eines Spritzteiles sowohl zwischen einzelnen Kavitäten eines Mehrfachwerkzeuges als auch von Zyklus zu Zyklus eines Spritzvorganges bekannt. Dabei wird die Temperatur und/oder ein Innendruck in der Kavität überwacht und durch eine Temperierung des
- 10 Werkzeuges vom Ende der Füllphase bzw. von einem Druckmaximum in der Kavität bis zum Ende des Spritzzyklus an einen Referenzverlauf angeglichen.

### Aufgabe

- 15 Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, weitere Möglichkeiten aufzuzeigen, um die Herstellung von Spritzteilen auf einfache Art und Weise zu vergleichmässigen und ggf. auf bestimmte Eigenschaften – wie z.B. eine bestimmte Dimension – zu regeln.

### 20 Lösung der Aufgabe

Zur Lösung dieser Aufgabe führt, dass die Kavität und/oder der Formkern direkt erwärmt oder gekühlt wird.

- 25 Während bislang das Schwindungsverhalten eines Spritzteils nur mit Hilfe von Werkzeuginnendruck und Werkzeugwand-Temperatur dadurch geregelt wird, dass die Temperierung eines oder mehrerer Kühlkreisläufe über die Temperatur des Kühlmediums angepasst wird, erfolgt nun eine direkte Beeinflussung der Temperatur der Kavität bzw. des Formkerns. Hierzu werden
- 30 der Kavität bzw. dem Formkern direkt Heizelemente bzw. Kühlelemente zugeordnet. Denkbar ist auch beispielsweise die Beschichtung der Kavität

WO 2004/058476

PCT/EP2003/014715

und/oder des Formkerns mit einer thermo-keramischen Beschichtung, welche unter dem Namen „thermoceramix bekannt ist.

5 Mittels dieser Heizelemente bzw. heizbaren Beschichtungen erfolgt eine direkte Erwärmung der Kavität bzw. des Formkernes auf eine gewünschte Temperatur. Überschüssige Wärme kann durch einen oder mehrere Temperierkreisläufe abgeführt werden.

10 Analog können nun Verfahren mit umgekehrtem Prinzip (heisses Werkzeug / kalte Schmelze), wie z.B. das Spritzgiessen von Duroplasten, Elastomeren und Silikonschmelzen, mit Hilfe von wärmeabführenden Methoden so geregelt werden, dass die Druck- und Temperaturverhältnisse in der oder den Kavitäten konstant bleiben. Hierzu können z.B. gekühlte Formkerne oder aber auch wärmeabführende Metalleinsätze bzw. Beschichtungen verwendet werden.

15 In einem weiteren Ausführungsbeispiel ist daran gedacht, einen geschlossenen Regelkreis zu schaffen, in den eine optische Betrachtung des hergestellten Spritzteils mit einbezogen ist. Unabhängig von der Art der Regelung der Spritzgiessmaschine, beispielsweise Regeln der Spritzparameter, Regeln des Temperaturmediums, der Heizelemente, der Wärmeabfuhr, kann der geschlossene Regelkreis dahingehend erweitert werden, dass zusätzlich mit Hilfe eines optischen Instruments bevorzugt ausserhalb des Werkzeugs eine oder mehrere Dimensionen von einem oder mehreren Spritzteilen sowie unter Umständen die Oberflächenbeschaffenheit oder Farbe der Spritzteile  
20 gemessen und in die Regelung mit einbezogen werden. Dies hat den Vorteil, dass nicht nur relativ über konstante Druck- und Temperaturverhältnisse geregelt wird, sondern auch absolut auf Grund bestimmter Teiledimensionen, bzw. eventuell aufgrund einer bestimmten Oberflächenbeschaffenheit.

25 Das optische Erfassungsinstrument sollte der Einfachheit halber ausserhalb des Werkzeugs bzw. des Herstellungsbereichs, z.B. aussen an der

WO 2004/058476

PCT/EP2003/014715

Spritzgiessmaschine, angeordnet werden, wo das oder die Spritzteile mit Hilfe eines Handlingssystems positioniert und "gescannt" werden können. Als Instrument kommt beispielsweise ein Scanner oder eine CCD-Kamera in Betracht.

5

Dieses Regelungsprinzip bietet gegenüber den bekannten visuellen Überwachungs-Systemen (Überwachungskameras) einerseits Kostenvorteile, und kann ausserdem noch ohne personelle Betreuung installiert werden. Der Serviceaufwand ist wesentlich geringer, er ist auch als OEM-Produkt denkbar.

10

Handling-/Entnahmegeräte werden heute bereits verbreitet im Spritzgiessprozess angewendet, so dass eine zusätzliche optische Überwachung ohne grossen zusätzlichen Aufwand integriert werden kann.

WO 2004/058476

PCT/EP2003/014715

## Figurenbeschreibung

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie  
5 anhand der Zeichnung; diese zeigt in

Figur 1 eine schematisch dargestellte Seitenansicht einer erfindungsgemässen Spritzgiessmaschine;

10 Figur 2 eine schematisch dargestellte Seitenansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels einer Spritzgiessmaschine.

Auf beispielsweise einem Hallenboden 1 steht eine Extrudereinheit 2 auf, wobei aus einem Speicher 3 Kunststoff in eine Schnecke 4 gelangt. Aus der  
15 Schnecke 4 wird der Kunststoff in nicht näher gezeigte Kanäle eines Spritzgiesswerkzeuges 5 gedrückt. Das Spritzgiesswerkzeug 5 weist eine ortsfeste Formplatte 6 und eine bewegliche Formplatte 7 auf. Beide Platten 6 und 7 sind an Führungssäulen 8 geführt.

20 An der beweglichen Formplatte 7 befinden sich Formkerne 9, die mit Kavitäten 10 in der ortsfesten Formplatte 6 zusammenwirken, um einen Formraum zum Herstellen eines nicht näher gezeigten Spritzteils zu bilden. Erfindungsgemäss sind in dem Formkern 9 Hezelement 11 vorgesehen. Ebenfalls sind der Kavität 10 drei Hezelemente 12.1 bis 12.3 zugeordnet. Angedeutet ist auch,  
25 dass das Innere der Kavität 10 mit einer thermokeramischen Beschichtung 13 versehen ist, die sich sowohl auf der Oberfläche, unter der Oberfläche, wie auch hinter dem Werkzeugeinsatz befinden kann.

Sowohl in der ortsfesten Formplatte 6 als auch in der beweglichen Formplatte 7  
30 befindet sich zumindest ein Kühlkreislauf 14.



WO 2004/058476

PCT/EP2003/014715

Die Funktionsweise der erfindungsgemässen Spritzgiessmaschine ist folgende:

Grundgedanke der Erfindung ist, dass die Temperatur einer Kavität bzw. eines  
5 Formkerns nicht nur über die Kühlkreisläufe und dort über die Temperatur des  
Kühlmediums geregelt wird, sondern mit Hilfe der Heizelemente. Wird  
festgestellt, dass Kavität bzw. Formkern eine zu geringe Temperatur aufweisen,  
so werden die Heizelemente höher geregelt. Wird dagegen festgestellt, dass  
10 die Temperatur in der Kavität bzw. am Formkern zu hoch ist, wird die  
überschüssige Wärme durch den Kühlkreislauf abgeführt. Beispielsweise wird  
hierzu die Zirkulation im Kühlkreislauf erhöht oder die Temperatur des  
Kühlmediums erniedrigt.

15 Ziel ist es, Druck- und Temperaturverhältnisse in der bzw. den Kavitäten  
konstant zu halten.

Nach dem umgekehrten Prinzip (heisses Werkzeug/kalte Schmelze) kann auch  
das Spritzgiessen von Duroplasten, Elastomeren und Silikonschmelzen mit  
Hilfe von wärmeabführenden Methoden geregelt werden. Hierzu können  
20 anstelle der Heizelemente gekühlte Formkerne oder wärmeabführende  
Metalleinsätze verwendet werden.

In Figur 2 ist ein weiteres erfindungsgemässes Verfahren angedeutet. Hierbei  
handelt es sich um einen geschlossenen Regelkreis, wobei der Druck  $p$  und die  
25 Temperatur  $T$  im Formraum ermittelt werden. Des weiteren wird über ein  
Instrument 15 das Spritzteil selbst begutachtet. Beispielsweise erfasst das  
Instrument 15 die Dimension des Spritzteils, seine Oberflächenbeschaffenheit  
oder auch seine Farbe, wobei die entsprechenden Werte zu einer Regelung 16  
gelangen und dort mit gespeicherten Referenzwerten verglichen werden,  
30 genau so wie die Temperatur und der Druck in der Kavität. Über das Ergebnis  
dieser vergleichenden Betrachtung erfolgt dann eine entsprechende

WO 2004/058476

PCT/EP2003/014715

Signalabgabe an eine Maschinensteuerung 17, mit der wiederum der Spritzgiessprozess und insbesondere die Temperatur der Schmelz- und der Formplatten und der Einspritzdruck geregelt wird. Es findet somit eine  
5 Regelung nicht nur relativ über konstante Druck- und Temperaturverhältnisse statt, sondern auch absolut über bestimmte Beschaffenheiten der Spritzteile.

WO 2004/058476

PCT/EP2003/014715

## Patentansprüche

- 5 1. Verfahren zum Regeln der Herstellung von Spritzteilen in einem Spritzwerkzeug (5) mit einer Kavität (10) und gegebenenfalls einem Formkern (9) einer Spritzgiessmaschine, wobei die Temperatur des Werkzeuges (5) geregelt wird;
- 10 dadurch gekennzeichnet,
- dass die Kavität (10) und/oder der Formkern (9) direkt erwärmt oder gekühlt wird/werden.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass überschüssige Wärme durch einen oder mehrere Kühlkreisläufe (14) im Werkzeug (5) abgeführt wird.
- 20 3. Verfahren zum Regeln der Herstellung von Spritzteilen in einem Spritzwerkzeug (5), dadurch gekennzeichnet, dass in einem Regelkreislauf zumindest teilweise das Spritzteil optisch mit entsprechenden Instrumenten (15) betrachtet und das Ergebnis der Betrachtung mit Referenzen verglichen und daraus Signale für eine Maschinensteuerung (17) abgeleitet werden.
- 25 4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass Dimension und/oder Oberflächenbeschaffenheit und/oder Farbe des Spritzteiles ermittelt wird/werden.
- 30 5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Ermittlung mit einem Scanner, einer CCD-Kamera od. dgl. erfolgt.

WO 2004/058476

PCT/EP2003/014715

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 - 5, dadurch gekennzeichnet, dass Druck- und Temperaturwerte (p, T) in der Kavität (10) in die Regelung mit einbezogen werden.

- 5 7. Spritzgiessmaschine zum Herstellen von Spritzteilen in einem Spritzwerkzeug (5) mit einer Kavität (10) und gegebenenfalls einem Formkern (9), dadurch gekennzeichnet, dass der Kavität (10) und/oder dem Formkern (9) Heiz- oder Kühlelemente (11, 12.1 - 12.3) zugeordnet sind bzw. die Kavität (10) und/oder der Formkern (9) eine thermokeramische Beschichtung (13) aufweist.

10

8. Spritzgiessmaschine nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass im Spritzgiesswerkzeug (5) eine oder mehrere Temperierkreisläufe (14) vorgesehen sind.

- 15 9. Spritzgiessmaschine zum Herstellen von Spritzteilen in einem Spritzwerkzeug (5) mit einer Kavität (10) und gegebenenfalls mit einem Formkern (9), dadurch gekennzeichnet, dass dem Spritzgiesswerkzeug (5) ein Instrument (15) zum optischen Betrachten des Spritzteils zugeordnet und dieses mit einer Referenzwerte beinhaltenden Regelung (16) verbunden ist,  
20 welche eine Maschinensteuerung (17) anspricht.

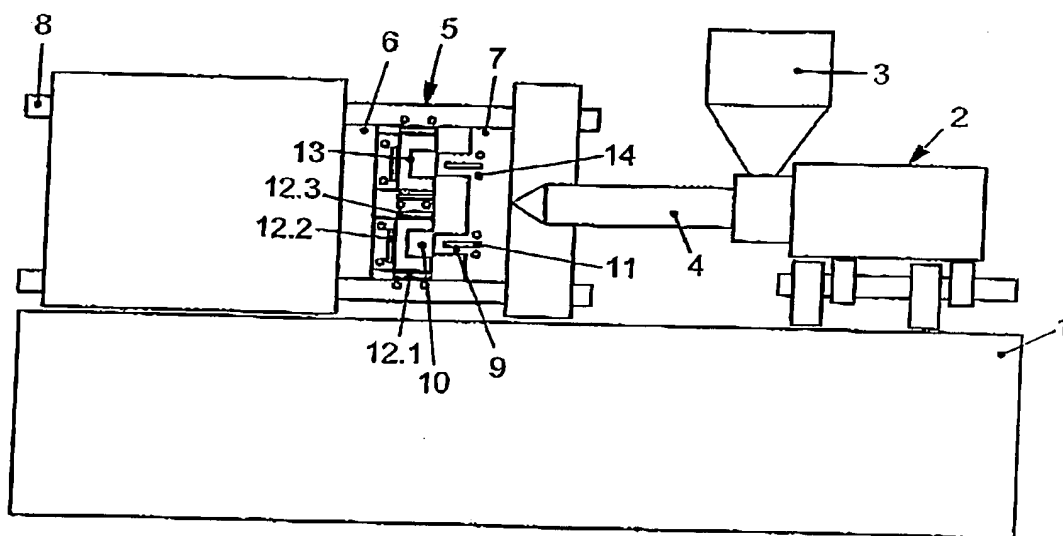


Fig. 1

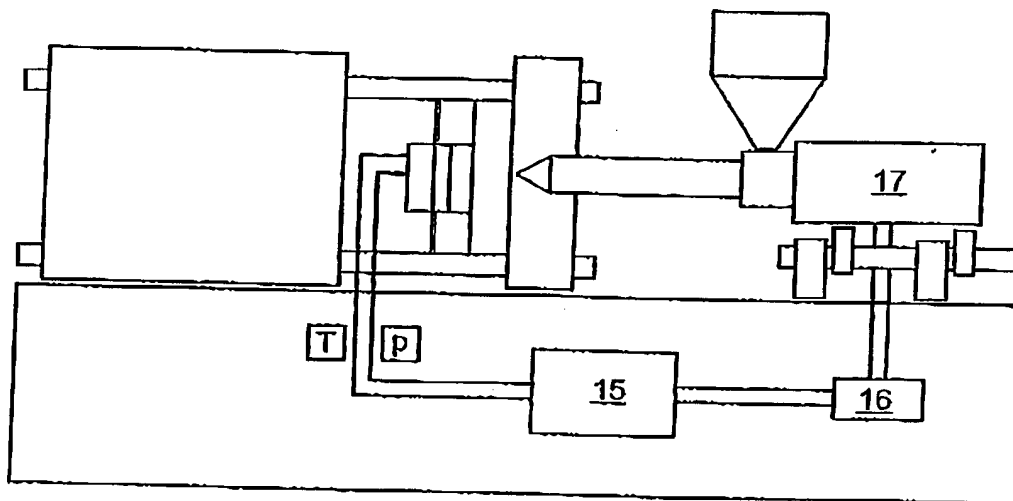


Fig. 2